

Таблица 2

Влажность пол шпата после сушки последовательно  
в 1-м, 2-х и 3-х горизонтальных циклонах

$W_{п}, \text{ м/с}$	1,66	3	4	5	6
$W_1, \%$	1,34	0,603	3,2	2,94	1,02
$W_2, \%$	0,196	1,44	0,27	0,74	0,33
$W_3, \%$	3,0	0,49	0,304	0,55	0,23

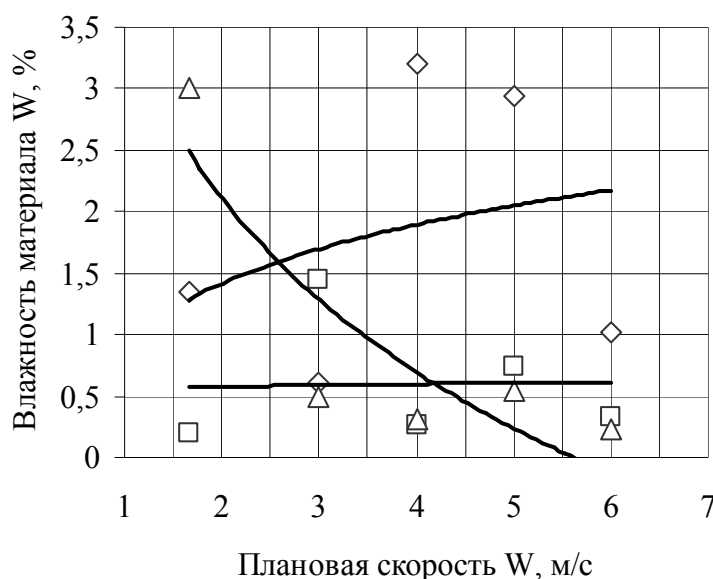


Рис. 2. Влажность пол. шпата  
после сушки в циклоне:  
◇ – в 1-м; □ – в 2-х; Δ – в 3-х

#### Выводы:

1. Выполнены исследования по сушке полевого шпата последовательно в 1-м, 2-х и 3-х горизонтальных противоточных циклонах при начальной влажности 10 %.
2. Исследования показали, что возможна сушка полевого шпата с использованием низкпотенциального тепла отходящих газов и в горизонтальном циклоне с достижением конечной влажности материала менее 2 %, что обеспечивает энергосберегающий и экологический эффект.

### ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ИЗОМЕРИЗАЦИИ ПАРАФИНОВ ДЛЯ АНТИПИНСКОГО НПЗ

Дробинин Е.И., Белоусова О.А.  
УрФУ

Требования существенного снижения содержания ароматических углеводородов в бензинах заставляют нефтеперерабатывающие заводы применять другие методы введения высокооктановых компонентов в бензин. Каталитиче-

ское превращение легких парафинов нормального строения в соответствующие изопарафины происходит при переработке нефти в процессах крекинга, пиролиза, риформинга и приводит, в частности, к получению бензинов с высоким октановым числом. Одним из способов получения высокооктановых компонентов является также процесс изомеризации парафиновых углеводородов.

Анализ методов и необходимого сырья для изомеризации алканов показал, что сырьем для установок изомеризации могут быть прямогонные легкие бензиновые фракции или легкие бензины гидрокрекинга. В то же время целесообразно отдельно изомеризовать индивидуальные алканы с различным числом атомов углерода, так как можно применять оптимальные условия процесса для каждого углеводорода.

Известны следующие технологические схемы реализации процесса изомеризации: схема изомеризации н-бутана, схема изомеризации фракции C<sub>5</sub>/C<sub>6</sub>, схема с колонной деизопентанизации (ДИП) перед реакторным блоком, схема с колонной деизогексанизации (ДИГ) после реактора изомеризации, схема с рециклом н-пентана (с ДИП и ДП) (требует дооборудования колонны депентанизации изомеризата после реакторного блока и колонны деизопентанизации перед реактором), схемы с рециклом н-пентана и н-гексана, технология Penex-Plus для переработки сырья с высоким содержанием бензола и процессы, включающие адсорбционное разделение непрореагировавших н-парафинов и изомеров – Penex/Iso Siv, Penex/Molex, Penex/DIH/PSA [1, 2].

При реализации схемы изомеризации с рециклом н-пентана и н-гексана у полученного изомеризата самое высокое октановое число (90-92) (таблица).

Сравнительная оценка различных типов катализаторов изомеризации

Наименование		Фтори- рован- ные ка- тализа- торы	Цео- литные катали- заторы	Хлори- рован- ные ка- тализа- торы	Сульфатированные оксиды	
					СИ-2	Ана- логи СИ-2
Допустимое сод. в сырье, ppm:	- S - N - H <sub>2</sub> O	до 100 1-3 до 100	до 10 1 до 20	<0,5 <0,1 <0,1	1-5 1-2 до 20 (50)	1 1 10-20
Октановое число изокомпонента, пункты (И.М.):	- «за проход»	70-72	76-78	82-84	83-85	81-83
	- с рециклом н-C <sub>5</sub>	73-75	78-81	84-85	85-86	84-85
	- с рециклом низ- кооктановых C <sub>6</sub>	-	81-83	86-88	87-88	86-87
	- с рециклом н-C <sub>5</sub> и C <sub>6</sub>	-	83-85	90-91	90-92	89-90
Относительные эксплуатацион- ные затраты про- цесса:	- «за проход» - с рециклом низ- кооктановых гек- санов	1,5 нет данных	1,2 5	1,1 3,3	1,0 3	1,1 3,6
Относительные капитальные за- траты процесса:	- «за проход» - с рециклом низ- кооктановых гек- санов	1,6 нет данных	1,2 4,0	1,3 2,0	1,0 1,5	1,4 2,2

В качестве катализаторов процесса изомеризации применяют цеолитсодержащие катализаторы, катализаторы на основе хлорированной окиси алюминия, катализаторы, содержащие сульфатированные оксиды металлов и др. [2-6] (см. таблицу). Из данных таблицы следует, что наиболее высокие показатели по активности и селективности используемых катализаторов достигнуты на установках изомеризации, работающих на катализаторе СИ-2, содержащем сульфатированный оксид циркония.

Таким образом, с целью максимального использования полезных ресурсов сырья, из всех схем изомеризации для реализации на Антипинском НПЗ выбираем схему с рециклом н-пентана и н-гексана, так как при эксплуатации данного проекта у изомеризата самое высокое октановое число (90-92). Сырьё для изомеризации – н-пентан и н-гексан, так как именно их изомеры повышают октановое число бензинов. Важными факторами являются также низкие показатели капитальных затрат и относительных эксплуатационных затрат при реализации процесса.

#### *Библиографический список*

1. Хаимова Т.Г., Мхитарова Д.А. Изомеризация как эффективный путь производства высокооктановых компонентов бензина // Информационно-аналитический обзор. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 2005. 80 с.
2. Воевода Н.В. Повышение октановых чисел бензинов // Информационно-аналитический обзор. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 2001. 114 с.
3. Домерг Б., Ватрипон Л. Дальнейшее развитие технологии изомеризации парафинов // Нефтепереработка и нефтехимия. 2001. № 4. С. 15-27.
4. Покровский С. Новые зарубежные технологии нефтепереработки // Нефтегазовая вертикаль. 2002. № 7. С. 68-71.
5. Агабеков В.Е., Сеньков Г.М. Каталитическая изомеризация легких парафиновых углеводородов // Катализ в химической и нефтехимической промышленности. 2006. № 5. С. 31-41.

## **РЕКОНСТРУКЦИЯ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ КОМБИНАТОВ**

*Касьянова С.И., Вараева Е.А., Аксенов В.И., Ничкова И.И.  
УрФУ, Sweetlana\_me@mail.ru, eabondarenko@esa-01.ru*

В процессе добычи, обогащения и переработки руд на горно-обогатительных комбинатах (ГОК) образуется значительное количество шахтных и подотвальных вод, загрязненных соединениями тяжелых металлов, кислотами, растворимыми солями (прежде всего, сульфатами), оказывающими негативное влияние на природные воды.

Сточные воды горно-обогатительных комбинатов имеют схожий состав, они высокоминерализованы, агрессивны, примеси находятся в виде взвесей и в растворенном виде.

В настоящее время для очистки сточных вод применяют в зависимости от состава их загрязнений методы механической, химической, физико-химической и биологической очистки. Однако анализ литературных данных показал, что достаточно эффективных и экономичных методов удаления растворенных примесей из стоков для предприятий горнопромышленного комплекса не существует.